



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Offic européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 603 549 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **93118642.3**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **G02B 6/42**

(22) Anmeldetag: **19.11.93**

(30) Priorität: **24.04.93 DE 4313487**  
**25.11.92 DE 9217928 U**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**29.06.94 Patentblatt 94/26**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE DK ES FR GB GR IT NL PT SE**

(71) Anmelder: **ANT Nachrichtentechnik GmbH**  
**Gerberstrasse 33**  
**D-71522 Backnang(DE)**

(72) Erfinder: **Schwaderer, Bernhard, Dr.-Ing.**  
**Am Brüdenrain 8**  
**D-71554 Weissach i.T.(DE)**  
Erfinder: **Hauer, Heiner, Dipl.-Ing.**  
**Frühlingshalde 1**  
**D-70734 Fellbach(DE)**  
Erfinder: **Kuke, Albrecht, Dr. rer. nat.**  
**Nelkenweg 2**  
**D-71549 Auenwald(DE)**

(54) Anordnung zur Verbindung mindestens eines lichtaussendenden Elementes mit mindestens einem lichtempfangenden Element.

(57) Die Anordnung dient zum wahlweisen Verbinden von Sendeelementen mit Empfangselementen (12,13). Diese befinden sich auf der einer Grundfläche gegenüberliegenden Kehrseite (11) eines lichtdurchlässigen Trägers (10). Ein zweiter lichtdurchlässiger Träger (1) befindet sich auf dem ersten, wobei die Grundflächen sich zugewandt sind. Zwischen den Trägern (1,10) können sich weitere lichtdurchlässige Träger und/oder lichtdurchlässige Zwischenlagen (18,19) befinden. Der zweite Träger (1)

trägt auf der der Grundfläche gegenüberliegenden Kehrseite eine Lichtwellenleiterstruktur (5), beispielsweise eine Verzweigerstruktur von Streifenwellenleitern, und mindestens zwei Reflexionsflächen (8,8'). Der Verlauf des Lichtbündels geht von einem Sendeelement (12) aus, kreuzt die Grundflächen, trifft auf eine Reflexionsfläche (8), durchläuft die Lichtwellenleiterstruktur (5), trifft auf eine zweite Reflexionsfläche (8'), kreuzt die Grundflächen nochmals und endet an einem Empfangselement (13).

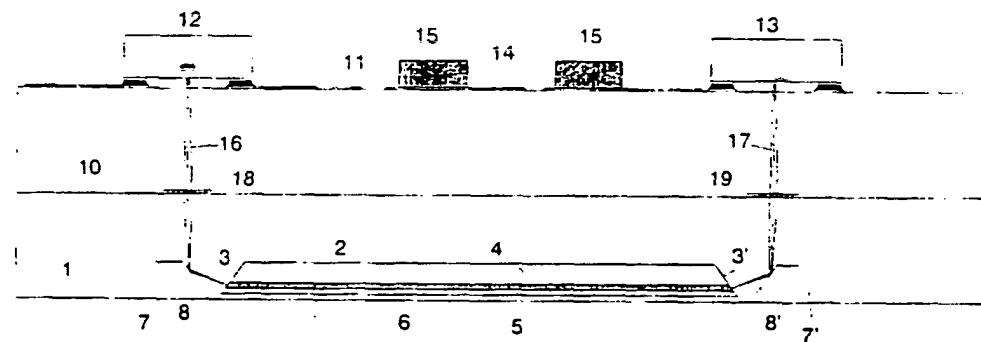


Fig. 1

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur insbesondere wahlweisen Verbindung mindestens eines lichtaussendenden Elementes mit mindestens einem lichtempfangenden Element.

Aus der DE 39 14 835 ist eine Anordnung zur Ankopplung eines Lichtwellenleiters an ein optisches Sende- oder Empfangselement bekannt. Der Lichtwellenleiter und das optische Sende- bzw. Empfangselement sind auf verschiedenen Trägern fixiert, die verschiebbar aufeinanderliegen. Das Lichtbündel gelangt durch zweimalige Spiegelung an je einer auf einem Träger befindlichen Spiegel ebene vom Lichtwellenleiter zum optisch aktiven Element. Durch Verschieben der Träger wird eine Justierung erreicht.

In der deutschen Patentanmeldung P 43 01 455 ist vorgeschlagen, einen einteiligen Träger aus einkristallinem Silizium zu verwenden, auf dessen Unterseite mindestens ein Lichtwellenleiterende in einer Nut fixiert ist und auf dessen Oberseite mindestens ein Sende- oder Empfangselement vorgesehen ist, dessen lichtempfindliche bzw. aussen dende Fläche der Unterseite zugewandt ist. Der Lichtwellenleiter ist dabei in der V-Nut befestigt. Das Licht gelangt vom Lichtwellenleiter durch den Träger zum Empfangselement (bzw. vom Sende element durch den Träger zum Lichtwellenleiter), wobei es an einer Fläche totalreflektiert wird.

Es ist Aufgabe der Erfindung eine Anordnung anzugeben, mit der mindestens ein lichtaussendendes mit mindestens einem lichtempfangenden Element, insbesondere wahlweise, verbunden werden kann.

Die Aufgabe wird mit einer Anordnung mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 oder des Patentanspruches 18 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Als lichtaussendende bzw. -empfangende Elemente können sowohl optoelektronische Sende- bzw. Empfangselemente, aber auch lichtausstrahlende Lichtwellenleiter bzw. Lichtwellenleiter, in die Licht eingestrahlt wird, eingesetzt sein. Somit sind auch rein optische Anordnungen denkbar. Bei dem Einsatz optoelektronischer Elemente, können neben diesen Elementen auch Zuleitungen und elektronische Schaltungen z.B. zur Ansteuerung auf der Oberfläche eines Trägers vorgesehen sein.

Es wird ein modulares Montagekonzept zur Verbindung einer Vielzahl von optischen Sendeelementen mit einer Vielzahl von optischen Empfangs elementen unter Einschluß von optischen Verteil ebenen zwischen diesen elektrooptischen Elementen und von elektrischen Verdrahtungs- und Montageebenen für die elektrooptischen Elemente sowie für Elektronikebenen für die Treiber- und Signalverarbeitungsschaltungen vorgeschlagen. Solch eine optoelektronische Verknüpfung ist beispielsweise für den Einsatz in Cross-Connect-Systemen, für

optische Vermittlungstechnik oder in neuralen Netzen erforderlich. Nach dem Stand der Technik werden hierzu Einzelkomponenten über Fasern miteinander verbunden. Angestrebt wird die Verknüpfung von räumlich voneinander getrennten Arrays von Sende- und Empfangselementen über Freistrahloptiken mit Strahlführung über Hologramme. Solche Systeme konnten aber wegen der damit verbundenen technologischen Schwierigkeiten noch nicht realisiert werden.

Die angegebene Anordnung macht Gebrauch von einigen vorteilhaften Eigenschaften des Siliziums. Silizium ist durch anisotrope Ätzung mikromechanisch strukturierbar, es besitzt eine hohe Wärmeleitfähigkeit und ist für IR-Licht ab 1200 nm Wellenlänge gut transparent. Aufgrund dieser Eigenschaften bietet Silizium die ideale Montageplattform zur Aufnahme von Fasern, Streifenwellenleitern, optischen Sende- und Empfangselementen und optischen Abbildungssystemen. Wegen der Transparenz des Siliziums kann dabei der Lichtweg durch das Substrat geführt werden, so daß die Aufnahmeebenen für die Sende-, Empfangs- und Lichtverteilelemente sowie die elektronischen Schaltebenen auf verschiedenen Seiten von über einander gestapelten Siliziumsubstraten angebracht werden können.

Ein erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel wird anhand von Figur 1 erläutert. Ein erster Siliziumträger 1, dessen (100)-Ebene in der Waferebene liegt, hat auf seiner Unterseite eine anisotrop geätzte Vertiefung 2 mit rechteckförmigem Grundriß, ebenem Boden und schrägen Seitenflächen 3 und 3', die durch (111)-Ebenen gebildet werden. Der ebene Boden wird durch zeitliche Begrenzung der Tiefenätzung oder durch eine Ätzstoppsschicht als (100)-Ebene gebildet. Die Seitenflächen 3 und 3' schließen wegen der kristallografischen Eigenschaften des Siliziums einen Böschungswinkel von

$$\alpha = \arctan(\sqrt{2}) = 54,74^\circ$$

mit der Waferoberfläche ein. Die Vertiefung 2 ist mit einem lichtleitenden Material 4 bis zu einer Tiefe  $t$  unterhalb der Waferoberfläche ausgefüllt. Dieses lichtleitende Material 4 reicht bis an die schrägen Böschungsänder 3 und 3' der Vertiefung 2. Hierfür wird ein Stoff gewählt, der sich gut in die Vertiefung 2 einbringen läßt und in welchem durch geeignete Prozesse Streifenwellenleiter 5 erzeugt werden können. Beispielsweise läßt sich hierfür PMMA (Plexiglas) oder ORMOCERE (organisch modifizierbare Keramik) einsetzen. Bei beiden Materialien ist bekannt, daß sich bei ihnen nach Hinzufügen von Photoinitiatoren durch Belichtung mit UV-Licht der Brechungsindex erhöhen läßt. Auf diese Weise lassen sich durch geeignete Maskierung und ganzflächige Beleuchtung oder durch La-

ser-Schreibprozesse ohne Maskierung Streifenwellenleiter mit höherem Brechungsindex als der ihrer Umgebung herstellen. Bei PMMA ist eine Erhöhung des Brechungsindexes nach dem Stand der Technik auch ohne Zusatz von Photoinitiatoren nur durch UV-Belichtung möglich. Erfindungsgemäß müssen die so erzeugten Streifenwellenleiter unter dem Rand der Vertiefung 2 liegen. Beim Auffüllen der Vertiefung 2 mit dem zunächst flüssigen Wellenleitermaterial beispielsweise durch Gießen oder Schleudern wird zunächst die Vertiefung 2 mindestens bis zum Rand aufgefüllt werden. Durch Planarisieren kann erreicht werden, daß die Auffüllung gerade bis zur Waferoberfläche reicht. In diesem Zustand können bereits die Wellenleiter durch die oben genannten Verfahren erzeugt werden, da durch die Belichtung die Wellenleiter innerhalb des Materials erzeugt werden. Der Kern des Wellenleiters wird dann gerade mit der oberen Kante der Randflächen der Vertiefung 2 abschließen. Sicherer ist es, den Wellenleiter etwas tiefer in die Vertiefung 2 zu legen damit durch eventuelle Unschärfen im Rand der Böschungsflächen 3 und 3' keine Streuverluste auftreten. Hierzu wird das Material 4 an seiner Oberfläche vor Erzeugen der Wellenleiter bis zu einer Tiefe von einigen  $\mu\text{m}$  abgetragen. Dies kann beispielsweise durch Naßätzen, Trockenätzen oder Laserablation geschehen. Nach Erzeugen der Wellenleiter kann eine Mantelschicht 6 mit geringerem Brechungsindex als der Brechungsindex der Wellenleiter aufgebracht werden um die Lichtführung zu verbessern. Die Wellenleiter 5 können in der Ebene dem gewünschten Einsatzfall entsprechend als Verzweiger, Strahleiter, Koppler, elektro-optische Schalter usw strukturiert werden, um verschiedene Lichtpfade in der gewünschten Weise miteinander zu kombinieren.

An den Wellenleiterenden, also den Ein- und Ausgängen der Wellenleiter 5 wird das Licht an den Grenzflächen 3 und 3' schräg nach oben in das Siliziumsubstrat hineingebrochen. Die Winkel sind in einem vergrößerten Ausschnitt in Figur 2 dargestellt. Der Brechungswinkel im Silizium errechnet sich nach dem Snellius'schen Brechungsgesetz mit dem Einfallswinkel von

$$\alpha_1 = 90^\circ - \alpha = 35.26^\circ$$

zu

$$\beta_1 = \arcsin((n/n_{\text{Si}})\sin(\alpha_1))$$

wobei  $n$  der Brechungsindex des Streifenwellenleiters und  $n_{\text{Si}}$  der Brechungsindex von Silizium ist. Nimmt man  $n$  für PMMA mit 1,5 und  $n_{\text{Si}}$  mit 3,4777 für eine Wellenlänge von 1,55  $\mu\text{m}$  an, so ergibt sich für  $\beta_1 = 14.420^\circ$ .

Zur Berechnung der Strahlaufweitung nach Austritt aus der Lichtführung durch den Wellenleiter müssen auch die Randstrahlen des austretenden Lichtbündels verfolgt werden. Zur Rechnung wird ein Wellenleiter angenommen, der beim Übergang in Luft eine NA von 0,1 hätte und damit einer Standard-Einmodenfaser angepaßt wäre. Die Strahltaille hat dann einen Radius von

$$w_0 = /(\pi \tan(\Theta_L))$$

wobei

$$\Theta_L = \arcsin(\text{NA}) = 5.74^\circ$$

der Divergenzwinkel des Strahls in Luft wäre. Damit erhält man aus (4)  $w_0 = 4.91 \mu\text{m}$ .

Hier tritt jedoch der Strahl nicht in Luft aus sondern in Silizium mit einem höheren Brechungsindex. Der Divergenzwinkel in Silizium ist

$$\theta_{\text{Si}} = \arctan(/(\pi w_0 n_{\text{Si}})) = 1.655^\circ$$

Nach Brechung an der Grenzfläche 3 hat der Zentralstrahl des Bündels den Richtungswinkel gegenüber der Waferoberfläche von

$$\tau_2 = 90^\circ - \alpha - \beta_1 = 20.845^\circ$$

Für die Richtungswinkel des oberen und unteren Randstrahls ergibt sich durch Addition bzw. Subtraktion von  $\theta_{\text{Si}}$

$$\tau_{2\text{ob}} = \tau_2 + \theta_{\text{Si}} = 22.50^\circ$$

$$\tau_{2\text{un}} = \tau_2 - \theta_{\text{Si}} = 19.19^\circ$$

In geringer Entfernung vor und hinter der Vertiefung 2 sind zwei weitere Vertiefungen 7 und 7' durch anisotropes Ätzen hergestellt. Das Lichtbündel trifft auf deren Böschungsflächen 8 bzw 8' und wird dort total reflektiert. Danach verläuft das Lichtbündel nahezu senkrecht nach oben. Die Richtungswinkel errechnen sich aus den zuvor berechneten Richtungswinkeln  $\tau_{2\text{un}}, \tau_2$  und  $\tau_{2\text{ob}}$  zu

$$\tau_{3\text{un}} = 90^\circ - 2^\circ \alpha + \tau_{2\text{un}} = -0.281^\circ$$

$$\tau_3 = 90^\circ - 2^\circ \alpha + \tau_2 = 1.347^\circ$$

$$\tau_{3\text{ob}} = 90^\circ - 2^\circ \alpha + \tau_{2\text{ob}} = 3.029^\circ$$

gegenüber der Flächennormalen der Waferoberseite. Wegen der geringen Divergenz des Strahls im Silizium hat der Strahl nach Durchdringen eines 525  $\mu\text{m}$  dicken Wafers auf der Waferoberseite nur eine Aufweitung von 31  $\mu\text{m}$ . Bei dieser geringen Strahlaufweitung könnte beispielsweise eine Photodiode ohne Einkoppeloptik direkt auf die Waferoberfläche von Substrat 1 gesetzt werden. In Figur 1 ist statt dessen oberhalb des Substrates 1 ein

zweites Substrat 10 angebracht, das auf seiner Oberfläche 11 einen oberflächenemittierenden Laser (SELD) und eine Photodiode 13 trägt. Außerdem trägt die Ebene 11 des Substrates 10 die elektrischen Leiterbahnen 14 sowie die erforderlichen elektronischen Bauelemente 15 zur Ansteuerung und Signalauswertung der elektrooptischen Bauelemente.

Zwischen den beiden Substraten 1 und 10 sind zur Fokussierung der nahezu senkrecht durch die Substrate verlaufenden Strahlen 16 und 17 zwei Abbildungselemente 18 und 19 angebracht. Vorgezugsweise können hier planar aufgebrachte Fresnellinsen eingesetzt werden. Die Übergangsstellen der Strahlen von den Substraten in Luft bzw in den Wellenleiter 5 werden mit Antireflexionsschichten versehen, um Reflexionsverluste zu vermeiden.

Die Figur 3 zeigt die Ansicht des Substrates 1 von unten mit Blick auf die Wellenleiterstruktur 5. Hier ist beispielhaft eine Verzweigerstruktur von Streifenwellenleitern zwischen einer Eingangsseite und einer Ausgangsseite dargestellt. Ebenso können andere Wellenleiterstrukturen wie Koppler, Sternkoppler oder aktive Schaltelemente verwirklicht werden.

Neben der Verteilung der Signalfäde in der Ebene, wie in Figur 3 gezeigt, lässt sich mit der Stapeltechnik, also dem aufeinanderstapeln mehrerer Träger auch eine Verteilung der Signalfäde in verschiedenen Ebenen verwirklichen. Ein Ausführungsbeispiel hierfür ist in Figur 4 dargestellt. Hier sind 4 Si-Substrate 101, 102, 103 und 104 übereinander gestapelt. Die Ansicht ist hier von der Stirnseite her auf einen Schnitt durch die Randflächen der jeweiligen Vertiefungen 3, die mit dem Wellenleitermaterial 4 gefüllt sind, und jeweils optische Verzweigungsnetzwerke 51, 52, 53, 54 tragen. Die senkrecht durch die Substrate verlaufenden Strahlbündel 16 sind schematisch als Linien dargestellt. Die Wellenleiterstrukturen reichen in den jeweiligen Substraten unterschiedlich weit nach vorn, so daß die Strahlen von den vier Sendern 121, 122, 123 und 124 zu den einzelnen optischen Verteilebenen gerichtet werden können. Ebenso reichen die optischen Verteilebenen 51 bis 54 unterschiedlich weit nach hinten, so daß jeweils eine Empfangsdiode 131, 132, 133 und 134 mit einer Verteilebene 51 bis 54 verbunden ist (siehe Figur 5). Die Verbindung beliebiger Verteilebenen untereinander lässt sich in den einzelnen optischen Verteilebenen durch Umschalten auf die mit den gewünschten Ebenen verbundenen Lichtpfade erreichen. Auf diese Weise lässt sich jeder der Eingänge 121 bis 124 mit jedem der Ausgänge 131 bis 134 wahlfrei verbinden.

Anstelle der aktiven elektrooptischen Bauelemente 121 bis 124 und 131 bis 134 können auch je nach Einsatzzweck Faseranschlüsse vorgesehen

werden. Figur 6 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei welchem in der Eingangsseite die Laser durch Faseranschlüsse ersetzt sind. Auf gleiche Weise können auch die Empfangsdioden auf der Ausgangsseite durch Fasern ersetzt werden. Die Faser 22 liegt dabei in einer V-Nut 20, die durch anisotrope Ätzung so tief hergestellt wurde, daß der Faserkern und das aus der Faser austretende divergente Lichtbündel ganz unterhalb der Waferoberfläche bleibt. An der Stirnseite 21 der V-Nut 20 wird das Lichtbündel schräg nach unten in das Silizium hineingebrochen. Nach kurzer Entfernung trifft das Lichtbündel wieder auf eine Grenzfläche 8 einer Vertiefung 7, an der es totalreflektiert wird und nahezu senkrecht in das Substrat umgelenkt wird. Die weitere Strahlführung geschieht wie in Figur 1 beschrieben.

Anstelle der in Figur 1 gezeigten SELD-Laser lassen sich auch normale kantenemittierende Laser einsetzen. Figur 7 zeigt ein Ausführungsbeispiel mit einem kantenemittierenden Laser 125.

Hier ist eine Kollimierungsoptik 126 erforderlich, für die beispielsweise eine Kugellinse in einer anisotrop geätzten Vertiefung 127 verwendet werden kann. Die Strahlführung nach der Kollimierung ist wie in Figur 6 beschrieben.

Zur exakten Positionierung der verschiedenen Substrate zueinander lässt sich ebenfalls die hochgenaue Strukturierung durch die anisotrope Ätztechnik verwenden. Hierfür werden zwei Möglichkeiten vorgeschlagen. Figur 8 zeigt eine Detailzeichnung eines Ausführungsbeispiels, bei welchem auf zwei zueinander zu justierenden Substraten 101 und 102 jeweils an korrespondierenden Stellen je eine pyramidenförmige Vertiefung 141 und 142 mit quadratischer Grundfläche anisotrop geätzt ist. In diese Vertiefungen wird eine Präzisionskugel 143 beispielsweise aus Glas oder Stahl eingelegt. Die Größe der beiden Vertiefungen wird so gewählt, daß die Kugel gerade die acht Seitenflächen der beiden Vertiefungen berührt wenn die Substratoberflächen miteinander in Kontakt sind. Zur Positionierung zweier Substrate zueinander sind mindestens 2 solcher Positionierhilfen an möglichst weit voneinander entfernten Stellen erforderlich.

Eine weitere Möglichkeit zur Positionierung ist in Figur 9 gezeigt. Hier sind keine zusätzlichen Hilfskörper wie Kugeln erforderlich. In das eine Substrat 103 wird eine V-Nut 151 eingeätzt. Die Oberfläche des anderen Substrates 104 wird ganzflächig bis auf einen Steg 152 abgeätzt. Dieser Steg hat an seinen Enden konvexe Ecken, die während des Ätzens angegriffen werden, so daß der Steg 152 in seiner Länge an jedem Ende um etwa die Ätztiefe kürzer wird. Die Positionierung lässt sich an einem Steg mit dazugehöriger V-Nut nur in der Richtung senkrecht zur Stegrichtung

erreichen. Zur Festlegung der Positionierung in der Stegrichtung ist daher ein zweiter Steg 152' mit V-Nut 151' benötigt, deren Richtung senkrecht zur ersten Positionierstruktur 151 und 152 verläuft.

Die Fixierung der verschiedenen Substrate eines Stapsels aufeinander kann nach einem bekannten Verfahren durch Kleben oder anodisches Bonden geschehen.

Neben den in Figur 1 gezeigten Fresnellinsen zur Lichtbündelung lassen sich auch Fresnellinsen zur Lichtstreuung 181 zwischen den einzelnen Substratebenen des Stapsels einsetzen, wie in einem Ausführungsbeispiel in Figur 10 gezeigt ist. Auf diese Weise läßt sich das Licht aus der nahezu senkrechten Durchdringungsrichtung 17 in bestimmte vorgewählte Richtungen 171 bis 173 aufteilen und auf mehrere Kanäle verteilen. Bei Bedarf können durch flächenhafte elektrooptisch oder thermooptisch schaltbare Elemente, beispielsweise LCDs, 174 bis 176 zwischen den Ausgängen das Licht beliebig schalten.

### Patentansprüche

1. Anordnung zur Verbindung mindestens eines lichtaussendenden Elementes (12) mit mindestens einem lichtempfangenden Element (13) mit folgenden Merkmalen:

- a) die lichtaussendenden bzw. -empfangenden Elemente (12,13) befinden sich auf der einer Grundfläche gegenüberliegenden Kehrseite (11) eines lichtdurchlässigen Trägers (10),
- b) ein zweiter lichtdurchlässiger Träger (1) befindet sich auf dem ersten Träger (10), indem sich die Grundflächen der Träger zugewandt sind, gegebenenfalls unter Dazwischenschaltung einer lichtdurchlässigen Zwischenlage (18,19) und/oder weiterer lichtdurchlässiger Träger,
- c) der zweite Träger (1) trägt auf der der Grundfläche gegenüberliegenden Kehrseite eine Lichtwellenleiterstruktur (5) und mindestens zwei Reflexionsflächen (8,8'),
- d) der Verlauf des Lichtbündels geht von einem lichtsendenden Element (12) aus, kreuzt die Grundflächen, trifft auf eine Reflexionsfläche, durchläuft die Lichtwellenleiterstruktur (5), trifft auf die zweite Reflexionsfläche (8'), kreuzt die Grundflächen nochmals und endet an einem lichtempfangenden Element (13).

2. Anordnung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Reflexionsflächen (8,8') totalreflektierend sind.

3. Anordnung nach einem der Patentansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtwellenleiterstruktur (5) ein Lichtwellenleiterabschnitt, insb. sondere ein Faserabschnitt in einer V-Nut ist.

5 4. Anordnung nach einem der Patentansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtwellenleiterstruktur (5) eine Verzweigerstruktur, ein Schalter oder eine Schaltmatrix mit Streifenwellenleitern ist.

10 5. Anordnung nach einem der Patentansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtwellenleiterstruktur (5) ein Koppler, insbesondere ein Sternkoppler ist.

15 6. Anordnung nach einem der Patentansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Zwischenlage (18,19) eine Linse, insbesondere eine Fresnellinse vorgesehen ist.

20 7. Anordnung nach Patentanspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß an mindestens einem Lichtwellenleiterende mehrere lichtaussendende und/oder -empfangende Elemente vorgesehen sind und das Lichtbündel zwischen Zwischenlage und diesen Elementen aufgeteilt ist.

25 8. Anordnung nach Patentanspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Zwischenlage und diesen Elementen mindestens ein zwischen den Zuständen lichtdurchlässig/lichtundurchlässig schaltbares Element vorgesehen ist.

30 9. Anordnung nach einem der Patentansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Träger (1,10) verschiebbar aufeinander angeordnet sind.

35 10. Anordnung nach einem der Patentansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Träger (1,10) nach Justage miteinander fixiert sind, insbesondere durch Verkleben oder Bonden.

40 11. Anordnung nach einem der Patentansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß sich auf den Grundflächen der Träger (103,104) anisotrop geätzte komplementäre Strukturen (151,151',152,152') befinden, deren Flanken zur Auflage der Träger (103,104) aufeinander dienen.

45 12. Anordnung nach einem der Patentansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß sich auf den Grundflächen der Träger (101,102) anisotrop geätzte Strukturen (141,142) befinden, de-

ren Flanken jeweils zur Auflage mindestens eines den beiden Trägern (101,102) gemeinsamen Hilfselementes (143) dienen.

13. Anordnung nach einem der Patentansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere lichtdurchlässige Träger (101 bis 104) vorgesehen sind, von denen mindestens einer mindestens zwei Reflexionsflächen und eine Lichtwellenleiterstruktur (51 bis 54) trägt. 5

14. Anordnung nach Patentanspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß auf mehreren lichtdurchlässigen Trägern (101 bis 104) Lichtwellenleiterstrukturen (51,54) vorgesehen sind, wobei die Lichtwellenleiterenden der Lichtwellenleiterstrukturen auf den Trägern gegeneinander versetzt angeordnet sind derart, daß die Lichtbündel zu/von den jeweiligen Trägern nicht in Lichtwellenleiterstrukturen anderer Träger einstrahlen. 10

15. Anordnung nach einem der Patentansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß für jedes Lichtwellenleiterende eine Reflexionsfläche vorgesehen ist. 15

16. Anordnung nach einem der Patentansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß als lichtaussendende und/oder empfangende Elemente optoelektronische Sende- bzw. Empfangselemente vorgesehen sind. 20

17. Anordnung nach einem der Patentansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß als lichtaussendende und/oder empfangende Elemente Lichtwellenleiterenden vorgesehen sind. 25

18. Anordnung zur Verbindung eines lichtaussendenden Elementes (12) mit einem lichtempfangenden Element (13) mit folgenden Merkmalen:  
 a) das lichtaussende bzw. -empfangende Element (12,13) befindet sich auf einer Seite eines lichtdurchlässigen Trägers, 30  
 b) der Träger trägt auf der anderen Seite einen Lichtwellenleiterabschnitt und zwei Reflexionsflächen, 35  
 c) der Verlauf des Lichtbündels geht vom lichtsendenden Element (12) aus, trifft auf eine Reflexionsfläche, läuft durch den Lichtwellenleiterabschnitt, trifft auf die zweite Reflexionsfläche, und endet am lichtempfangenden Element. 40

45

50

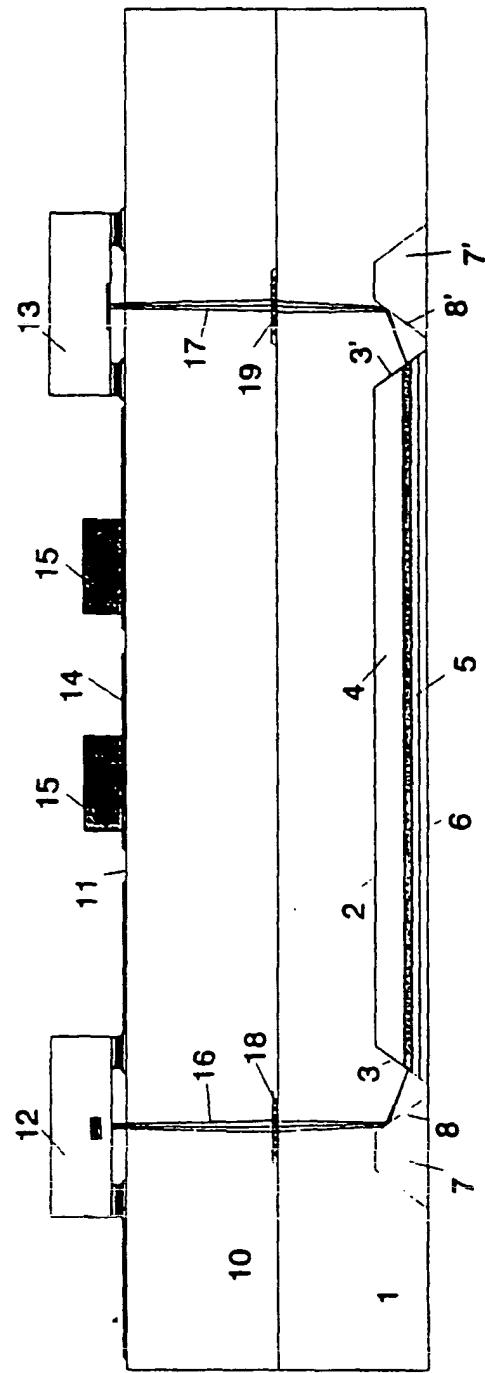


Fig. 1

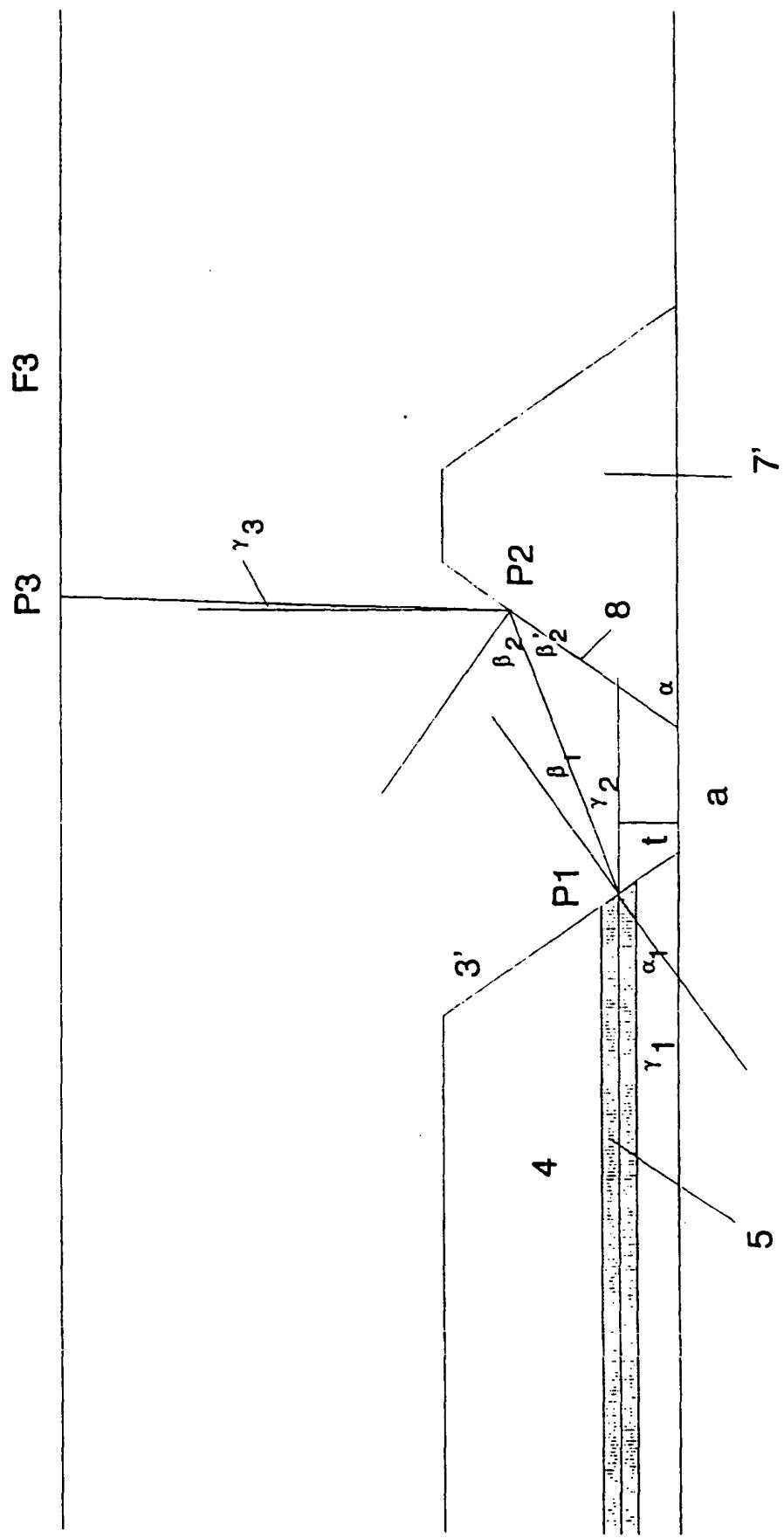


Fig 2

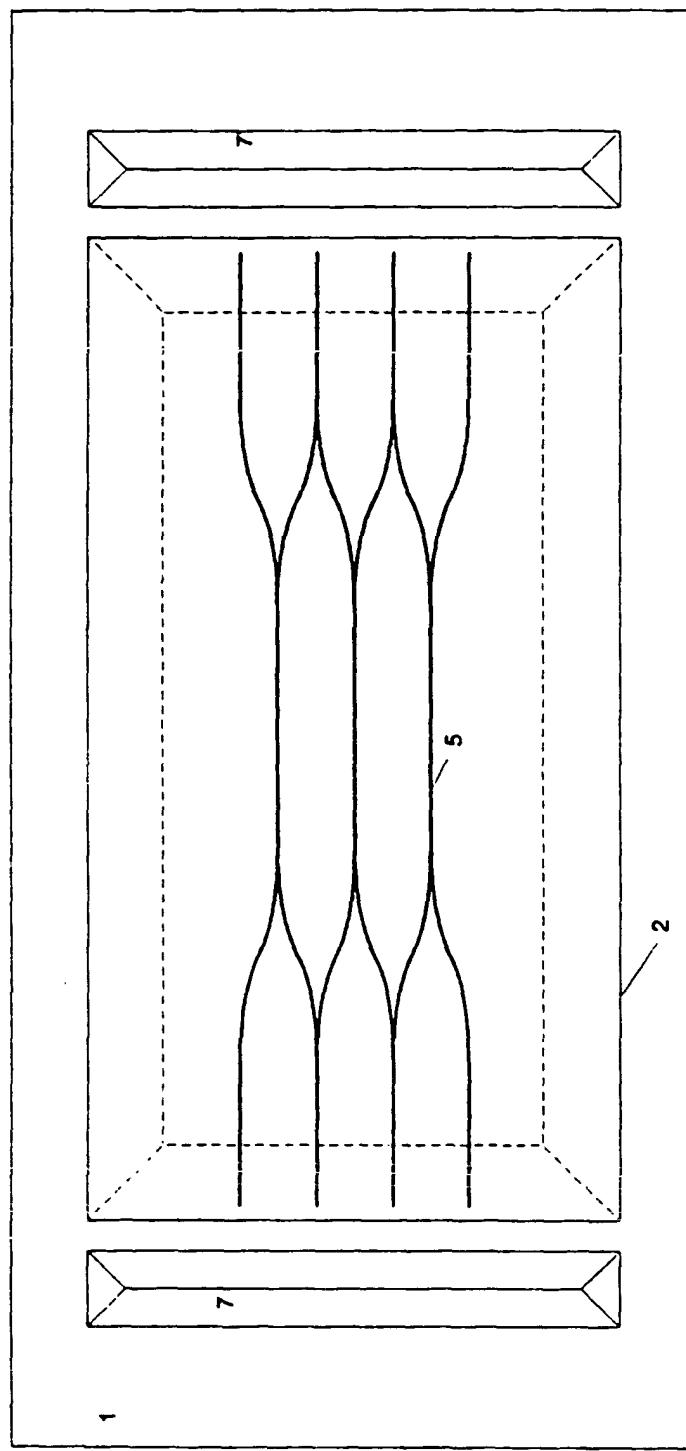


Fig 3

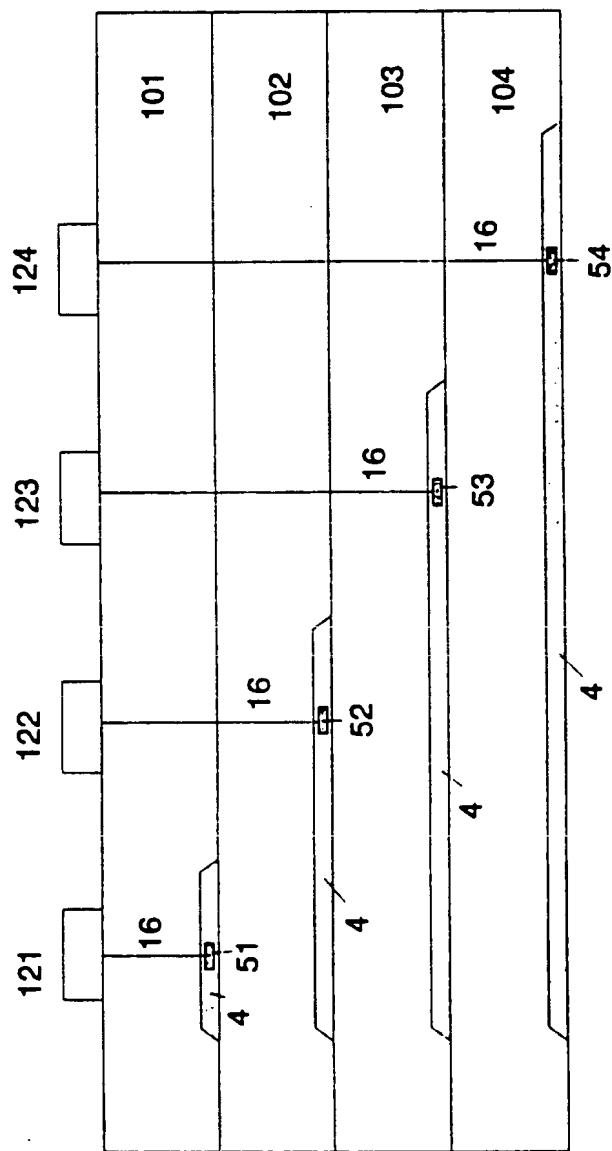


Fig 4

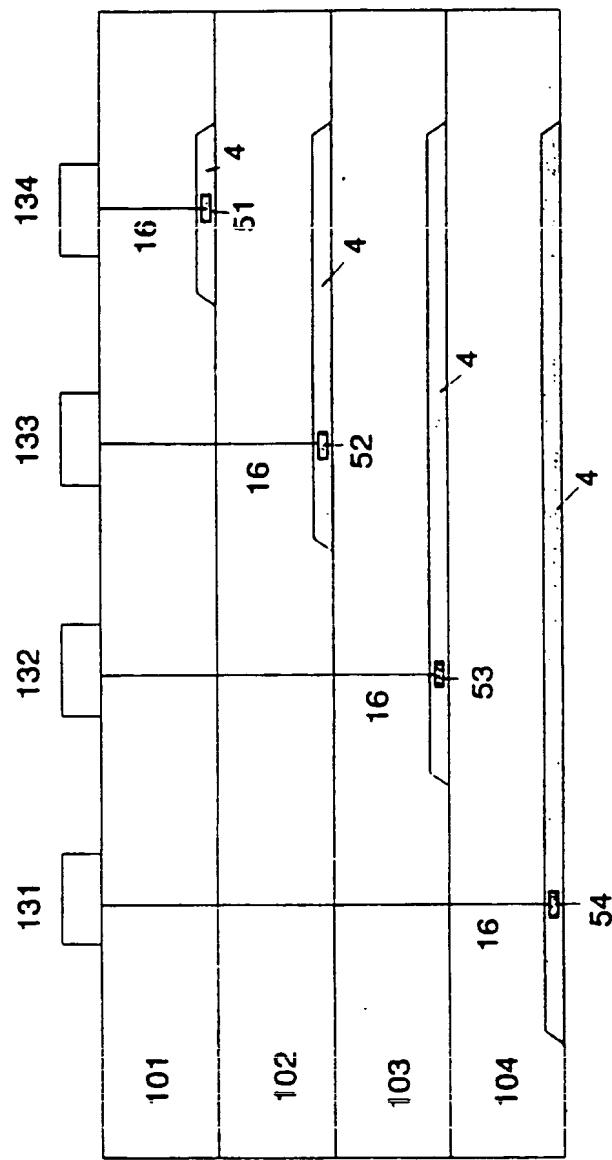


Fig 5

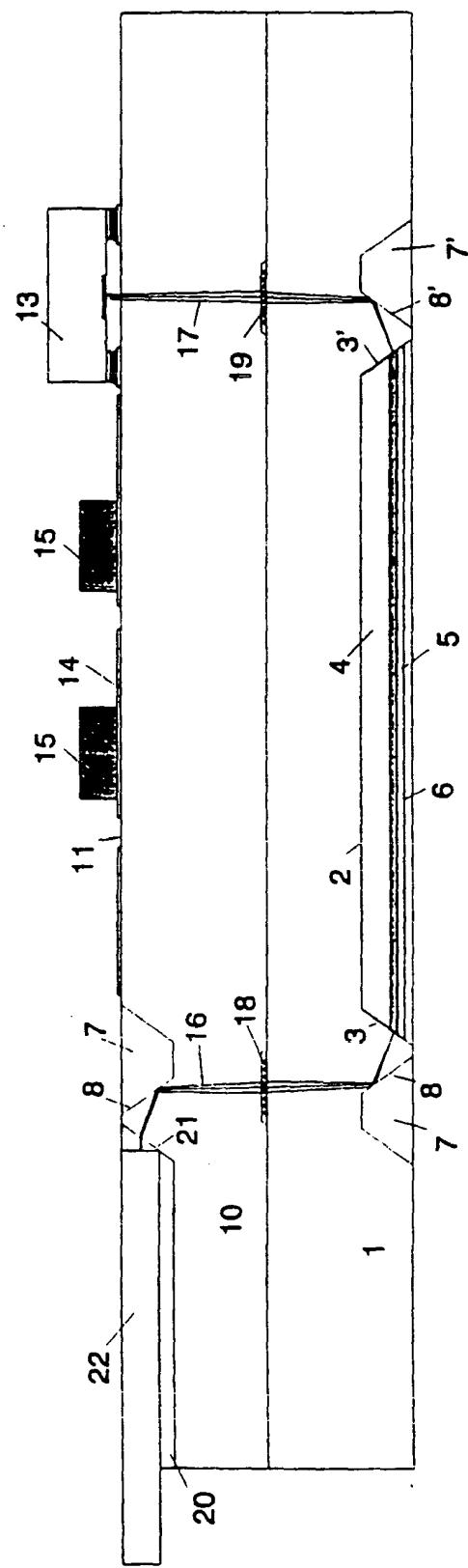


Fig. 6

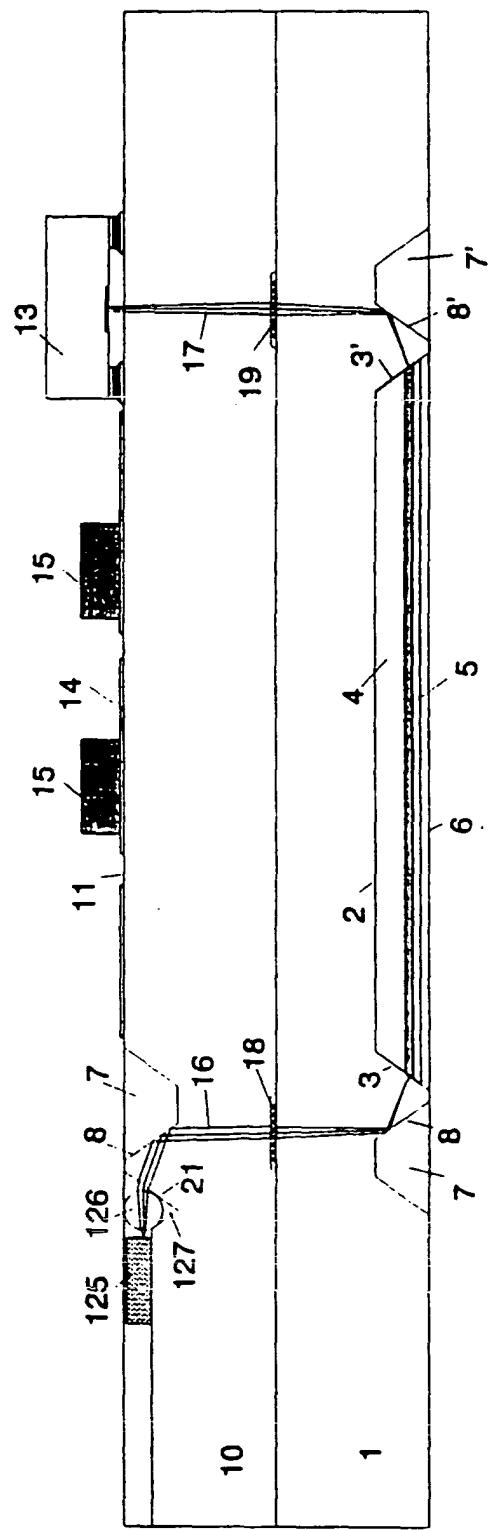


Fig. 7

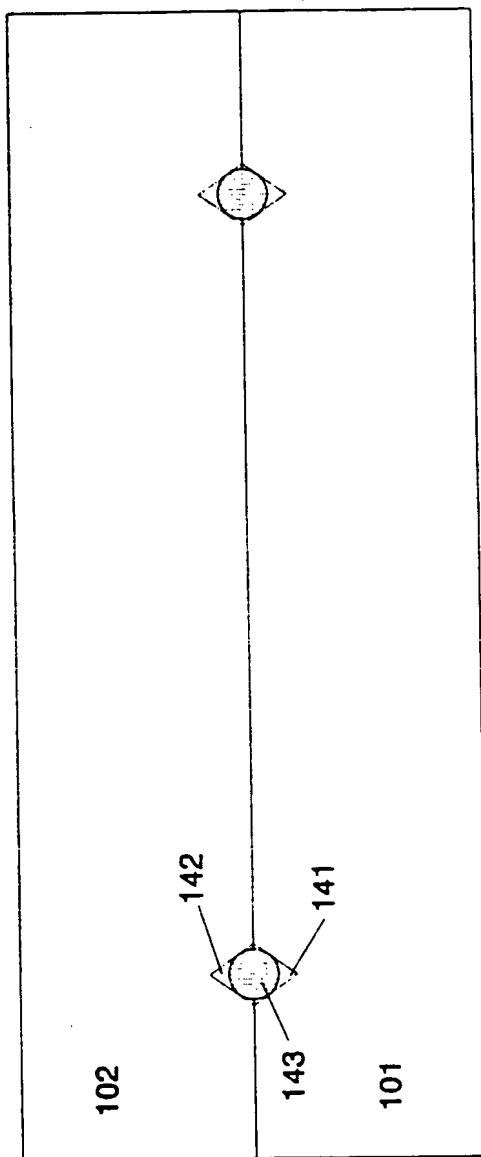


Fig. 8

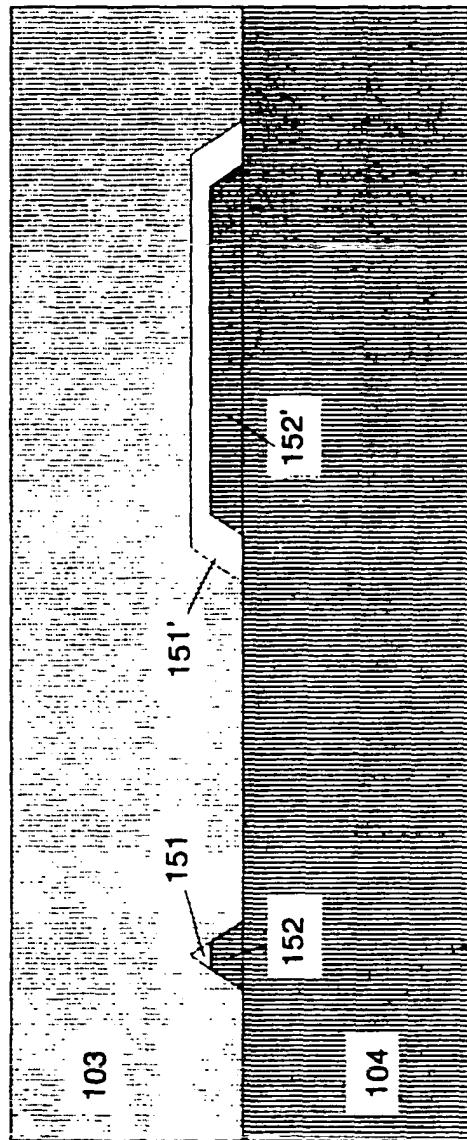


Fig. 9

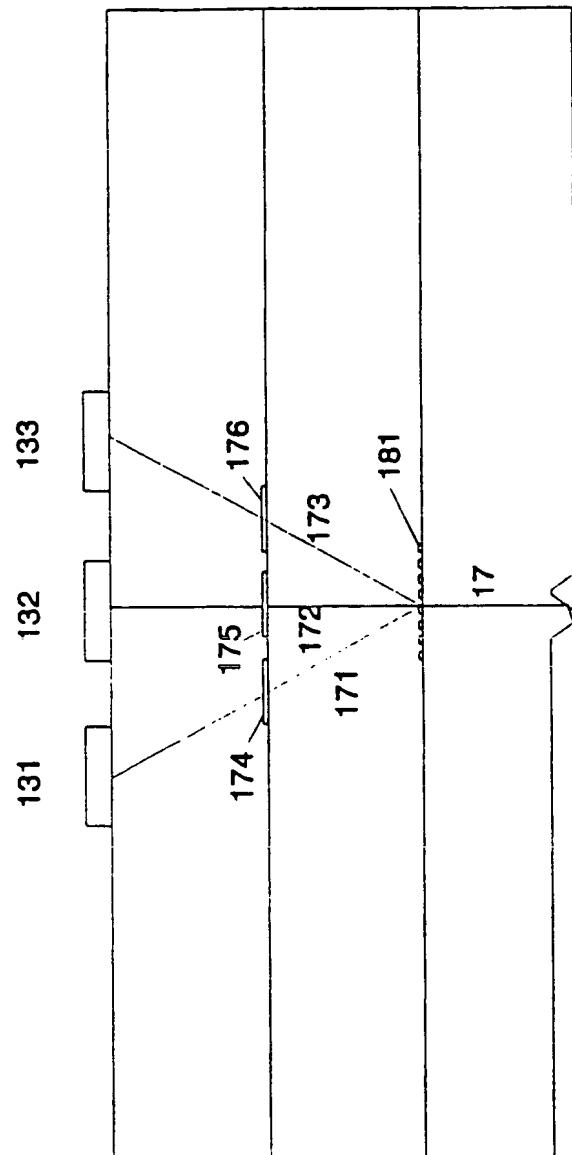


Fig. 10



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 93 11 8642

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE					
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Bereift Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.CLS)		
Y	US-A-5 017 986 (D.M.ROUSE) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,3-5 *	1,2,18	G02B6/42		
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 10, no. 308 (P-508) 21. Oktober 1986 & JP-A-61 121 014 (NEC CORP) 9. Juni 1986 * Zusammenfassung *	1,2,18			
A	WO-A-87 04566 (AMERICAN TELEPHONE AND TELEGRAPH COMPANY) * Seite 5, Zeile 1-27; Ansprüche; Abbildungen *	1,6, 10-14			
A	DE-A-38 33 413 (LICENTIA) * Spalte 1, Zeile 33-54; Anspruch 1 *	1,4,8			
A	EP-A-0 192 850 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT BERLIN UND MÜNCHEN) * Zusammenfassung; Abbildung *	1			
A	EP-A-0 420 029 (SIEMENS AG) * Anspruch 4 *	2	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.CI.5)		
D,A	DE-C-39 14 835 (ANT NACHRICHTENTECHNIK) * Spalte 3, Zeile 40 - Spalte 4, Zeile 9 *	3,9,10	G02B		
A	EP-A-0 331 331 (AMERICAN TELEPHONE AND TELEGRAPH COMPANY) * Spalte 5, Zeile 38-43 *	12			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt					
Recherchort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer			
BERLIN	30. März 1994	Fuchs, R			
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE					
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze				
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist				
A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument				
O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument				
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument				

